

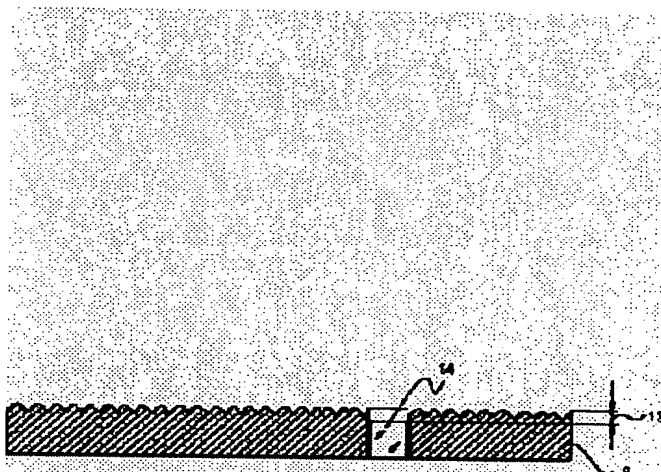
**POLISHING MEMBER, POLISHING MACHINE, ADJUSTING METHOD,  
MEASURING METHOD, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD,  
AND SEMICONDUCTOR DEVICE**

**Patent number:** JP2001287158  
**Publication date:** 2001-10-16  
**Inventor:** ISHIKAWA AKIRA; CHIGA TATSUYA; USHIO KAJIRO;  
MIYAJI AKIRA  
**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK  
**Classification:**  
- **international:** B24B37/04; G01B11/06; H01L21/304  
- **european:** B24D7/12  
**Application number:** JP20000090428 20000329  
**Priority number(s):** JP20000090428 20000329; JP19990091077 19990331;  
JP20000025323 20000202

Report a data error here

**Abstract of JP2001287158**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problems that a transparent member with a different material from that of the polishing member needs to be disposed on a portion as a window because a polishing pad is not transparent in general, in forming a measuring window on the polishing member for optical measurement to measure remaining film thickness in a CMP apparatus, and that there is a high risk of a difference in a polishing speed, uneven polishing, and generation of damage because the material generally has different mechanical properties from the polishing member. **SOLUTION:** This polishing member for polishing machine polishes a polishing object by relatively moving the polishing member and the polishing object with the polishing liquid intervened between the polishing member and the polishing object. A measuring window plate for optically measuring the polishing surface of the polishing object is fitted into the polishing member, an interval between the uppermost front surface of the polishing member and the surface of the uppermost front surface side of the window plate in an unloaded time is set larger than the amount of compressive deformation of the polishing member, and permeability of a measuring beam is adjusted to 10% or more.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-287158

(P 2001-287158A)

(43) 公開日 平成13年10月16日 (2001. 10. 16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

B 2 4 B 37/04

B 2 4 B 37/04

K 2F065

G 0 1 B 11/06

G 0 1 B 11/06

Z 3C058

H 0 1 L 21/304

6 2 2

H 0 1 L 21/304

6 2 2 S

審査請求 未請求 請求項の数 2 1 O L

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願2000-90428 (P2000-90428)

(22) 出願日 平成12年3月29日 (2000. 3. 29)

(31) 優先権主張番号 特願平11-91077

(32) 優先日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-25323 (P2000-25323)

(32) 優先日 平成12年2月2日 (2000. 2. 2)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 石川 彰

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式

会社ニコン内

(72) 発明者 千賀 達也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式

会社ニコン内

(72) 発明者 潮 嘉次郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式

会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨部材、研磨装置、調整方法、測定方法、半導体デバイス製造方法、及び半導体デバイス

## (57) 【要約】

【課題】 CMP装置に於いて、残膜厚をその場測定する際に、光学的測定のために研磨部材に測定用の窓を設ける場合、研磨パッドは一般的に透明でないため、窓とする部分に研磨部材とは材質が異なる透明材料を配置する必要がある。この材料は、研磨部材の材料とは機械物性が一般的に異なるため、研磨速度の違い、研磨の不均一、傷を発生させる原因となる危険が高かった。

【解決手段】 研磨部材と研磨対象物との間に研磨液を介在させた状態で、研磨部材と研磨対象物を相対移動させることにより、研磨対象物を研磨する研磨装置に用いられる研磨部材に於いて、研磨部材に研磨対象物の研磨面を光学的に測定するための測定用の窓板を嵌めこみ、非加重時に於ける前記研磨部材の最表面と前記窓板の前記最表面側の面との間隔を前記研磨部材の圧縮変形量より大きく、更に測定光に対する透過率を10%以上に調整した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】研磨対象物を保持する研磨ヘッドと研磨部材とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いられる前記研磨部材に於いて、前記研磨部材が、前記研磨対象物の被研磨面を光学的に測定する測定光を通すための測定窓部を具えることを特徴とする研磨部材。

【請求項 2】前記測定窓部が、前記研磨部材に穿たれた孔と前記孔に嵌め込まれた少なくとも測定光に対して透明な窓板から構成されることを特徴とする請求項 1 記載の研磨部材。

【請求項 3】非加重時に於ける前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面（以下上面と呼ぶ）との間隔が研磨荷重時に於ける前記研磨部材の圧縮変形量よりも大きく調整され、更に研磨荷重時に於ける前記間隔に前記研磨剤が充たされた状態で、測定光に対する透過率が、前記間隔と前記透明窓とを合わせて 10% 以上に調整されていることを特徴とする請求項 2 記載の研磨部材。

【請求項 4】研磨対象物を保持する研磨ヘッドと研磨部材とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いられる前記研磨部材に於いて、前記研磨部材が、前記研磨対象物の研磨面を光学的に測定する光を通すために少なくとも測定光に対して透明な材料から成ることを特徴とする研磨部材。

【請求項 5】前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔  $G$  が、 $0\mu\text{m} < G \leq 400\mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 2 記載の研磨部材。

【請求項 6】前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔  $G$  が、 $10\mu\text{m} \leq G \leq 200\mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 2 記載の研磨部材。

【請求項 7】前記窓板の透過率は、22% 以上であることを特徴とする請求項 2 記載の研磨部材。

【請求項 8】前記窓板は、くさび形であることを特徴とする請求項 2、3、5、6、7 何れか 1 項記載の研磨部材。

【請求項 9】前記窓板の下部に、くさび形の透明板がさらに設置されていることを特徴とする請求項 8 記載の研磨部材。

【請求項 10】前記測定窓部の少なくとも 1 面に凹凸がランダムに形成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、5、6、7 何れか 1 項記載の研磨部材。

【請求項 11】前記測定窓部のうちの前記凹凸が形成されている面の反射率は、2% 以下であることを特徴とす

る請求項 10 記載の研磨部材。

【請求項 12】前記測定窓部の少なくとも研磨対象物側の表面が強化のためにハードコーティングされていることを特徴とする請求項 1～11 何れか 1 項記載の研磨部材。

【請求項 13】前記測定窓部の少なくとも 1 面に反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項 1～12 何れか 1 項記載の研磨部材。

【請求項 14】請求項 1～13 何れか 1 項記載の研磨部材と研磨対象物を保持する研磨ヘッドと終点検出機構とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨し、且つ前記研磨中に測定光を前記研磨部材を通して被研磨面に照射することによって光学的に研磨状態または研磨膜厚が測定可能とされている研磨装置。

【請求項 15】前記終点検出機構から出射する前記測定光は、前記研磨部材を通過し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を通過し、前記研磨対象物の前記被研磨面で反射し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を再び通過し、前記研磨部材を再び通過し、前記終点検出機構へ戻り、前記終点検出機構から出射する前記測定光の強度に対する前記終点検出機構へ戻る光の強度の比が 1% 以上であることを特徴とする請求項 14 記載の研磨装置。

【請求項 16】前記終点検出機構から出射する前記測定光は、前記研磨部材を通過し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を通過し、前記研磨対象物の前記被研磨面で反射し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を再び通過し、前記研磨部材を再び通過し、前記終点検出機構へ戻り、前記終点検出機構から出射する前記測定光の強度に対する前記終点検出機構へ戻る光の強度の比が 5% 以上であることを特徴とする請求項 14 記載の研磨装置。

【請求項 17】請求項 10、11 何れか 1 項記載の研磨部材と研磨対象物を保持する研磨ヘッドと終点検出機構とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨し、且つ前記研磨中に測定光を前記研磨部材を通して被研磨面に照射することによって光学的に研磨状態または研磨膜厚が測定可能とされている研磨装置において、前記窓板の少なくとも 1 面に形成されている凹凸は、前記測定光の波長より大きい段差を有することを特徴とする研磨装置。

【請求項 18】請求項 14～17 何れか 1 項記載の研磨装置に於ける前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔の調整方法に於いて、前記終点検出機構で測定した信号に基づいて、前記研磨

部材の最表面と前記窓板の前記最表面側の面との間隔を調整する段階を有することを特徴とする調整方法。

【請求項19】請求項14～17何れか1項記載の研磨装置による研磨膜厚又は研磨終点の測定方法に於いて、前記終点検出機構で測定した信号と予め測定し記憶されている信号とを比較する段階と、前記終点検出機構で測定した信号と予め測定し記憶されている信号とが等しい時に前記終点検出機構で測定した信号を研磨膜厚又は研磨終点の測定に用いない段階とを有することを特徴とする測定方法。

【請求項20】請求項14～17何れか1項記載の研磨装置を用いて半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項21】請求項20に記載の半導体デバイス製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイス。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨部材及び研磨装置、特にULSIなどの半導体デバイスを製造するプロセスにおいて実施される半導体デバイスの平坦化研磨のためのCMP装置に用いるのに好適な研磨部材、研磨装置、調整方法、測定方法、及び半導体デバイス製造方法、半導体デバイスに関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って半導体製造プロセスの工程が増加し複雑になっている。これに伴い、半導体デバイスの表面は必ずしも平坦ではなくなっている。表面に於ける段差の存在は配線の段切れ、局所的な抵抗の増大などを招き、断線や電気容量の低下をもたらす。また、絶縁膜では耐電圧劣化やリークの発生にもつながる。

【0003】一方、半導体集積回路の高集積化、微細化に伴って光リソグラフィの光源波長は短くなり、開口数いわゆるNAが大きくなってきていることに伴い、半導体露光装置の焦点深度が実質的に浅くなってきている。焦点深度が浅くなることに対応するためには、今まで以上にデバイス表面の平坦化が要求されている。このような半導体表面を平坦化する方法としては、化学的機械的研磨 (Chemical Mechanical Polishing又はChemical Mechanical Planarization、これよりCMPと呼ぶ) 技術が有望な方法と考えられている。

【0004】CMPは図5に示すような装置を用いて行われている。図5で1はCMP装置、10は研磨体、3は研磨対象物保持部 (研磨ヘッド)、4は研磨対象物 (ウェハ)、5は研磨剤供給部、6は研磨剤である。研磨体10は、定盤7の上に研磨パッド2を貼り付けたものである。研磨パッド2としては、発泡ポリウレタンよりなるシート状のもの、あるいは表面に溝構造を有した無発泡樹脂よりなるものが使用されている。研磨ヘッド

3は適当な手段により回転運動 (100) し、また研磨体10は適当な手段により回転運動 (101) する。この過程でウェハ4は、研磨剤6と研磨パッド2の作用により被研磨面が研磨される。

【0005】現在、CMPの研磨の終点は、数十枚のダミーサンプルの研磨を行い、洗浄工程を経た後、エリブソメータ、等による膜厚計測によって算出された研磨速度を基にして時間管理で決定されている。しかし、時間管理の方法は、研磨パッドの表面状態の変化、研磨剤の変化、温度変化などさまざまな不安定要素により、研磨速度が常に一定で安定している訳ではないため、常に最適な終点を得る方法として不十分である。更に時間管理の方法は、研磨速度を求めるために数十枚ものダミーサンプルを用いた研磨作業を必要とすることから、この研磨作業がコストアップ要因となるため、半導体デバイスの製造プロセスの安定化や生産コスト低減のためには好ましくない。

【0006】このため、研磨量や残り膜厚を研磨しながら測定し研磨の終点を決定する、in-situ測定が盛んに検討されており、その中でも、光を用いた膜厚測定方式は精度の点で有望な方法として注目されている。

【0007】研磨量や、ウェハ表面の状態を光学的にin-situ測定する場合、研磨パッドに設けた測定用の窓を通して、ウェハの表面を観測する方法が一般的であり、この技術はUSP5433651に開示されている。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上の光学的測定のために研磨パッドに測定用の窓を設ける場合、研磨パッドは一般的に透明でないため、窓とする部分に研磨パッドとは材質が異なる透明材料を配置する必要がある。この材料は、研磨パッドの材料とは機械物性が一般的に異なるため、研磨速度の違い、研磨の不均一、傷を発生させる原因となる危険が高い。

【0009】また、研磨パッドに穿った孔をそのまま測定窓とした場合、スラリーや洗浄などに用いられる水がそこから漏れてくるため、測定系に影響を与えないようにする煩雑な機構を必要とし、装置が煩雑になる問題がある。

【0010】また、窓と研磨対象物との間の研磨剤の厚さが一定せずに、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて、測定を誤ることがあるという問題がある。

【0011】また、窓の研磨対象物側の表面及び裏面で、研磨膜厚又は研磨終点の測定に用いる測定光が反射し、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて、測定を誤ることがあるという問題がある。

【0012】本発明は上記問題を解決するためになされたもので、研磨に不安定性を与えない、また煩雑な機構が不要な測定窓を有する研磨部材、研磨装置、調整方法、及び測定方法を提供することを目的としている。

【0013】また、本発明は、研磨工程のコストダウン

を図るとともに研磨状況を精度良く検出することによって工程効率化を図り、それにより従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法、及び低コストの半導体デバイスを提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決する為に、本発明は第一に「研磨対象物を保持する研磨ヘッドと研磨部材とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いられる前記研磨部材に於いて、前記研磨部材が、前記研磨対象物の被研磨面を光学的に測定する測定光を通すための測定窓部を具えることを特徴とする研磨部材（請求項1）」を提供する。

【0015】第二に「前記測定窓部が、前記研磨部材に穿たれた孔と前記孔に嵌め込まれた少なくとも測定光に対して透明な窓板から構成されることを特徴とする請求項1記載の研磨部材（請求項2）」を提供する。

【0016】第三に「非加重時に於ける前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面（以下上面と呼ぶ）との間隔が研磨荷重時に於ける前記研磨部材の圧縮変形量よりも大きく調整され、更に研磨荷重時に於ける前記間隔に前記研磨剤が充たされた状態で、測定光に対する透過率が、前記間隔と前記透明窓とを合わせて10%以上に調整されていることを特徴とする請求項2記載の研磨部材（請求項3）」を提供する。

【0017】第四に「研磨対象物を保持する研磨ヘッドと研磨部材とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨する研磨装置に用いられる前記研磨部材に於いて、前記研磨部材が、前記研磨対象物の研磨面を光学的に測定する光を通すために少なくとも測定光に対して透明な材料から成ることを特徴とする研磨部材（請求項4）」を提供する。

【0018】第五に「前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔Gが、 $0\mu\text{m} < G \leq 400\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項2記載の研磨部材（請求項5）」を提供する。

【0019】第六に「前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔Gが、 $10\mu\text{m} \leq G \leq 200\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項2記載の研磨部材（請求項6）」を提供する。

【0020】第七に「前記窓板の透過率は、2%以上であることを特徴とする請求項2記載の研磨部材（請求項7）」を提供する。

【0021】第八に「前記窓板は、くさび形であることを特徴とする請求項2、3、5、6、7何れか1項記載

の研磨部材（請求項8）」を提供する。

【0022】第九に「前記窓板の下部に、くさび形の透明板がさらに設置されていることを特徴とする請求項8記載の研磨部材（請求項9）」を提供する。

【0023】第十に「前記測定窓部の少なくとも1面に凹凸がランダムに形成されていることを特徴とする請求項1、2、3、5、6、7何れか1項記載の研磨部材（請求項10）」を提供する。

【0024】第十一に「前記測定窓部のうちの前記凹凸が形成されている面の反射率は、2%以下であることを特徴とする請求項10記載の研磨部材（請求項11）」を提供する。

【0025】第十二に「前記測定窓部の少なくとも研磨対象物側の表面が強化のためにハードコーティングされていることを特徴とする請求項1～11何れか1項記載の研磨部材（請求項12）」を提供する。

【0026】第十三に「前記測定窓部の少なくとも1面に反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項1～12何れか1項記載の研磨部材（請求項13）」を提供する。

【0027】第十四に「請求項1～13何れか1項記載の研磨部材と研磨対象物を保持する研磨ヘッドと終点検出機構とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨し、且つ前記研磨中に測定光を前記研磨部材を通して被研磨面に照射することによって光学的に研磨状態または研磨膜厚が測定可能とされている研磨装置（請求項14）」を提供する。

【0028】第十五に「前記終点検出機構から出射する前記測定光は、前記研磨部材を通過し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を通過し、前記研磨対象物の前記被研磨面で反射し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を再び通過し、前記研磨部材を再び通過し、前記終点検出機構へ戻り、前記終点検出機構から出射する前記測定光の強度に対する前記終点検出機構へ戻る光の強度の比が1%以上であることを特徴とする請求項14記載の研磨装置（請求項15）」を提供する。

【0029】第十六に「前記終点検出機構から出射する前記測定光は、前記研磨部材を通過し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を通過し、前記研磨対象物の前記被研磨面で反射し、前記研磨部材と前記研磨対象物との間の前記研磨剤を再び通過し、前記研磨部材を再び通過し、前記終点検出機構へ戻り、前記終点検出機構から出射する前記測定光の強度に対する前記終点検出機構へ戻る光の強度の比が5%以上であることを特徴とする請求項14記載の研磨装置（請求項16）」を提供する。

【0030】第十七に「請求項10、11何れか1項記

載の研磨部材と研磨対象物を保持する研磨ヘッドと終点検出機構とを具え、前記研磨部材と前記研磨対象物との間に研磨剤を介在させた状態で、前記研磨部材と前記研磨対象物を相対移動させることにより、前記研磨対象物を研磨し、且つ前記研磨中に測定光を前記研磨部材を通して被研磨面に照射することによって光学的に研磨状態または研磨膜厚が測定可能とされている研磨装置において、前記窓板の少なくとも 1 面に形成されている凹凸は、前記測定光の波長より大きい段差を有することを特徴とする研磨装置（請求項 17）」を提供する。

【0031】第十八に「請求項 14～17 何れか 1 項記載の研磨装置に於ける前記研磨部材の最表面（研磨対象物と接触する面）と前記窓板の前記最表面側の面との間隔の調整方法に於いて、前記終点検出機構で測定した信号に基づいて、前記研磨部材の最表面と前記窓板の前記最表面側の面との間隔を調整する段階を有することを特徴とする調整方法（請求項 18）」を提供する。

【0032】第十九に「請求項 14～17 何れか 1 項記載の研磨装置による研磨膜厚又は研磨終点の測定方法に於いて、前記終点検出機構で測定した信号と予め測定し記憶されている信号とを比較する段階と、前記終点検出機構で測定した信号と予め測定し記憶されている信号とが等しい時に前記終点検出機構で測定した信号を研磨膜厚又は研磨終点の測定に用いない段階とを有することを特徴とする測定方法（請求項 19）」を提供する。

【0033】第二十に「請求項 14～17 何れか 1 項記載の研磨装置を用いて半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイス製造方法（請求項 20）」を提供する。

【0034】第二十一に「請求項 20 に記載の半導体デバイス製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイス（請求項 21）」を提供する。

【0035】

【発明の実施の形態】図 1、図 3、図 8 は、各々本発明の実施形態の研磨パッドと研磨装置を説明するための図であるが、本発明はこの図に限定されるものではない。

【0036】図 1 にて、2 は研磨パッド、14 は透明窓板である。透明窓板 14 は、研磨パッド 2 に孔が穿たれた後にその孔に嵌め込まれている。ここで、透明窓板の上面と研磨パッドの加工面である最表面との間には間隔 13 が取られている。研磨に際して、図 3 に示すようにウェハ 4 を保持した研磨ヘッド 3 が研磨パッド 2 上に加重機構（図示されず）により加重され、間隔 13 は圧縮される。この際、間隔 13 は一定で、且つ、基準値以上の寸法が保たれていることが好ましい。

【0037】研磨パッドとしては、発泡ウレタン製の軟質研磨パッドは余り好ましくない。

【0038】その理由は、一般に多用されている発泡ウレタン製の軟質研磨パッドは、研磨時の加重による研磨パッドの圧縮変形量が大きいため、非加重・非圧縮

時の間隔 13 を大きくしなければならないのみならず、加重・研磨時のウェハまたは研磨ヘッドのリテーナリングの不規則な振動等の動的な力に対する撓み量が大きいため、最大に撓んだときに於いてもウェハの被研磨面または研磨ヘッドのリテーナリングが窓板の上面に接触して傷が付くことを防がなければならないからである。そのため、研磨の加重・圧縮時に於ける間隔 13 を比較的大きく取る必要があり、この間隔 13 が作る空間にスラリが入り込み、測定光はこの間隔 13 を透過しなければならないので、測定光の窓板と間隔 13 の両方に対する光透過率が低減する問題がある。

【0039】以上の観点から、研磨パッドとしては圧縮変形量の小さな硬質研磨パッドが好ましい。研磨の加重に対する圧縮変形量が小さいため非加重・非圧縮時の間隔 13 を小さく保てるのみならず、研磨の加重時に於いても研磨時のウェハまたは研磨ヘッドのリテーナリングの不規則な振動等の動的な力に対する撓み量が小さいため、加重・圧縮時の間隔 13 を小さくできるからである。加重・圧縮時の間隔 13 を狭くできれば測定光に対する透過率が増大し、研磨状態の高精度且つ安定な測定のために好ましい。研磨パッドの材料としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ABC樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂の群から選ばれた一つ以上の材料が好ましい。

【0040】窓板材としては石英ガラス、アクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリカーボネート、ポリエステルなどの透明プラスチック等の材料群から選ばれた一つ以上の材料が好ましく用いられる。

【0041】窓板の厚さは研磨パッドの厚さに応じて変える必要がある。測定光に対する窓板 14 と間隔 13 の光透過率は、加重・圧縮時の間隔 13 及びスラリ濃度及び窓板の厚さ・材質に依存する。

【0042】研磨状態の高精度且つ安定な測定のために、窓板 14 の透過率は、22%以上であることが好ましい。

【0043】測定光の窓板 14 と間隔 13 の両方に対する透過率は加重・圧縮時に 10%以上であることが好ましいが、光源の強度が強い場合または、センサーの感度が高い場合は 10%未満であっても測定は可能である。

【0044】測定光に対する該透過率は、窓板材が透明材料から選ばれれば、加重・圧縮時に間隔 13 に入り込んだスラリの濃度とスラリ層の厚みに実質的に依存する。

【0045】間隔 13 の値は、スラリ濃度に依存するが、一般的なスラリの濃度にたいしては、0より大きく 400 μm 以下であることが好ましく、10～200 μm が一層好ましい。この間隔 13 の値は、一般に、発泡ウレタン製の軟質研磨パッドに対して大きく、非発泡性の硬質研磨パッドに対して小さい。

【0046】更に、上記間隔 13 は研磨時の加重を考慮

してウェハまたは研磨ヘッドのリテーナリングに接触しないように決められているにもかかわらず、稀には研磨時の不規則な振動のため、窓板がウェハまたは研磨ヘッドのリテーナリングに突発的に接触して傷が付くことがあるため、これを防ぐために窓板の少なくともウェハ側の表面にハードコーティングすることが好ましい。例えば、アクリル樹脂の場合には、シリコン系の有機樹脂でハードコーティングする方法が好ましく行われる。

【0047】以上説明した研磨パッドは、研磨パッドの材料自体が測定光に対して不透明な場合に好ましく適用できる。研磨パッドの材料が測定光に対して透明な研磨パッドに対してはこの測定窓部が不要となることは勿論である。

【0048】本実施形態の研磨パッドは、図1で示された形態のものをそのままの形で図3の研磨装置の定盤7に固定して用いても良いし、アルミプレートのような定盤に流し込んだ形で定盤7に固定して用いても良いし、他の適当な異なる材料の1層以上の材料で裏打ちしたものを定盤7に固定して用いても良い。

【0049】以上のように図3の研磨装置は、定盤7に固定された研磨パッドの上記のような好ましい機能により、研磨中に、終点検出装置15、16が研磨状態を好ましく測定することができる。

【0050】さらに、終点検出機構である終点検出装置15から出射する測定光17の強度、及び窓板14を通過し、研磨対象物4の被研磨面で反射し、窓板14と研磨対象物4との間の研磨剤を再び通過し、窓板14を再び通過し、終点検出装置15へ戻る光の強度の関係は、終点検出装置15から出射する測定光17の強度に対する終点検出装置15へ戻る光の強度の比が1%以上であることが好ましく、5%以上であることが一層好ましい。これにより、終点検出装置15へ戻る光の強度が低下しないため、終点検出装置15による研磨状態の高精度且つ安定な測定ができる。

【0051】図8(a)、(b)は、図1及び図3に示した本発明の実施形態の変形例である。図8(a)、(b)において、図1及び図3と同じ構成要素については同じ番号を付している。

【0052】図8(a)において、窓板30は、くさび形をしている。窓板30のウェハ側の表面30aは、ウェハ4の研磨面とほぼ平行であり、窓板30の裏面(ウェハと反対側の面)30bは、ウェハ4の研磨面に対して傾いている。終点検出装置15は、測定光17がウェハ4の研磨面に対してほぼ垂直に入射するように設置されている。

【0053】図8(a)においては、終点検出装置15から出射した測定光17のうちの窓板30の裏面30bで反射する光17aは、終点検出装置15へは戻らないため、終点検出装置15による研磨状態の高精度且つ安

定な測定ができる。

【0054】図8(b)は、図8(a)の変形例であり、図8(a)の構成にくさび形の透明板31が更に設置されている。図8(b)においては、測定光17は、くさび形の透明板31及びくさび形の窓板30を通過するため、ウェハの研磨面に入射する光の方向がウェハの研磨面へほぼ垂直に入射し、且つ終点検出装置15から出射する検出光17の方向もウェハの研磨面に対してほぼ垂直になる。これにより、終点検出装置15をウェハの研磨面に対して、傾けて設置しなくて良いので、終点検出装置15の設置の手間を省くことができる。

【0055】なお、図8(b)において、くさび形の透明板31は、研磨パッド2と終点検出装置15との間に設置されているが、くさび形の透明板31は研磨パッド2の孔に設置しても良いし、終点検出装置15内に設置しても良い。

【0056】また、本発明の実施形態の研磨パッドの窓板の裏面及び/もしくはウェハ側の表面で測定光が反射して測定光の光量が低下したり、終点検出装置15へ戻ったりして、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて、測定を誤ることがある。これを防ぐために窓板のウェハ側の表面及び/もしくは裏面に反射防止膜を形成することが好ましい。反射防止膜としては、例えば、 $MgF_2$ 等の単層反射防止膜、もしくは $MgF_2$ 、 $CeF_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $Sb_2O_3$ 等のうちの2以上の膜を積層した多層反射防止膜等が用いられる。

【0057】また、本発明の実施形態の研磨パッドの窓板の裏面及び/もしくはウェハ側の表面で測定光が反射して終点検出装置15へ戻り、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて、測定を誤ることがある。これを防ぐために窓板のウェハ側の表面及び/もしくは裏面に凹凸をランダムに形成することが好ましい。これにより、凹凸が形成されている面での測定光の反射が低減する。このような凹凸を形成する方法としては、窓板が樹脂の場合は、サンドブラストで凹凸を形成する方法、砥石もしくはサンドペーパーで凹凸を形成する方法、樹脂の硬化時に凹凸が形成されているスタンプを含む金型を用いる方法等があり、窓板がガラスの場合は、サンドブラストで凹凸を形成する方法、砥石もしくはサンドペーパーで凹凸を形成する方法、化学的なエッチングにより凹凸を形成する方法等がある。

【0058】そして、終点検出装置15への戻り光を低減させるため、凹凸の段差は、測定光の波長より大きい段差であることが好ましい。また、終点検出装置15への戻り光を低減させるため、凹凸が形成されている窓板の面での反射率は、2%以下であることが好ましい。

【0059】次に本発明の実施形態の調整方法について説明する。本発明の実施形態の調整方法は、前記研磨装置に於ける研磨部材2の最表面(研磨対象物と接触する面)と窓板14の研磨部材2の最表面側の面との間隔の

調整方法に関するものである。終点検出装置15としては反射分光特性（反射分光スペクトル）から研磨膜厚又は研磨終点を測定する装置を用いる。終点検出装置15で測定された反射分光スペクトルは、終点検出器の信号処理装置16に於いてシミュレーション等で得られた参照スペクトルと比較され、研磨膜厚又は研磨終点が測定される。

【0060】窓板14の研磨部材2の最表面側の面と研磨部材の最表面との間隔が広すぎる場合、前記間隔に存在する研磨剤による光の損失が多すぎるため、終点検出装置15に於いて微弱な信号しか得られないので、研磨膜厚又は研磨終点を良好に測定することができない。一方、前記間隔が狭すぎる場合、その間隔に存在する研磨剤の層の干渉による信号が終点検出装置15の信号に加わるため、研磨膜厚又は研磨終点を良好に測定することができない。

【0061】このため、本発明の実施形態の調整方法は、終点検出装置15で測定した信号を見ながら、研磨膜厚又は研磨終点を良好に測定することができる信号が終点検出装置15で測定できるように、研磨部材2の最表面（研磨対象物と接触する面）と窓板14の最表面側の面との間隔を調整する、つまり終点検出装置15で測定した信号に基づいて、研磨部材2の最表面と窓板14の最表面側の面との間隔を調整する段階を有する。

【0062】次に本発明の実施形態の測定方法について説明する。本発明の実施形態の測定方法は、前記研磨装置に於ける研磨膜厚又は研磨終点の測定方法に関するものである。終点検出装置15としては反射分光特性（反射分光スペクトル）から研磨膜厚又は研磨終点を測定する装置を用いる。

【0063】研磨中に窓と研磨対象物との間の研磨剤の厚さが一定せずに、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて不適当な信号が得られることがある。不適当な信号とは、例えば、本発明の実施形態の調整方法に於いて説明した、研磨剤による損失が多すぎる場合の微弱な信号、及び窓板14の研磨部材2の最表面側の面と研磨部材の最表面との間隔に存在する研磨剤の層の干渉による信号が加わった信号である。

【0064】このため、本発明の実施形態の測定方法は、本発明の実施形態の調整方法の調整時等に得られた不適当な信号等を予め測定した信号として記憶装置（不図示）に記憶させておき、研磨中に、終点検出装置15で測定した信号と記憶装置に記憶されている前記信号とを比較する段階を有する。さらに、本発明の実施形態の測定方法は、終点検出装置15で測定した信号と記憶装置に記憶されている前記信号とが等しい時に、終点検出装置15で測定した信号を研磨膜厚又は研磨終点検出に用いない段階を有する。これにより、窓と研磨対象物との間の研磨剤の厚さが一定せず不安定になるような場合でも、研磨膜厚又は研磨終点の測定に於いて、測定を誤

ることがなくなる。

【0065】図7は半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。半導体デバイス製造プロセスをスタートして、まずステップS200で、次に挙げるステップS201～S204の中から適切な処理工程を選択する。選択に従って、ステップS201～S204のいずれかに進む。

【0066】ステップS201はシリコンウエハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS202はCVD等によりシリコンウエハ表面に絶縁膜を形成するCVD工程である。ステップS203はシリコンウエハ上に電極を蒸着等の工程で形成する電極形成工程である。ステップS204はシリコンウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

【0067】CVD工程もしくは電極形成工程の後で、ステップS205に進む。ステップS205はCMP工程である。CMP工程では本発明に係る研磨装置により、層間絶縁膜の平坦化や、半導体デバイスの表面の金属膜の研磨によるダマシン（damascene）の形成等が行われる。

【0068】CMP工程もしくは酸化工程の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソ工程である。フォトリソ工程では、シリコンウエハへのレジストの塗布、露光装置を用いた露光によるシリコンウエハへの回路パターン焼き付け、露光したシリコンウエハの現像が行われる。さらに次のステップS207は現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離が行われ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

【0069】次にステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返して、シリコンウエハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

【0070】本発明に係る半導体デバイス製造方法では、CMP工程に於いて本発明に係る研磨装置を用いているため、CMP工程での研磨終点の測定精度又は膜厚の測定精度が向上することにより、CMP工程での歩留まりが向上する。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができるという効果がある。

【0071】なお、上記の半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明に係る研磨装置を用いても良い。

【0072】本発明に係る半導体デバイスは、本発明に係る半導体デバイス製造方法により製造される。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができ、半導体デバイスの製造原価を低下させることができるという効果がある。

【0073】

【実施例】【実施例1】図2は実施例1の研磨パッドを



示す断面図である。

【0074】エポキシ主剤エポコート828、エポコート871（共に油化シェルエポキシ社製）と硬化剤ジアミノジフェニルメタンを重量比2.6:3.9:1で混合、攪拌し、観測用窓部としての孔部分の型を有するφ800mmのアルミプレート上にこれを流し込み、150℃で8時間硬化させて成型した。

【0075】次いで、切削加工で、上記エポキシ樹脂表面にピッチ0.5mm、深さ0.3mmの螺旋状V溝（V角度60°）と、ピッチ15mm、幅2mm、深さ0.5mm格子状角溝を形成した。この研磨パッドのV溝（V角度60°）の断面を図6に示す。

【0076】この研磨パッドの樹脂部の厚みは2mmであり、圧縮変形量は10kgf/cm<sup>2</sup>（9.8×10<sup>5</sup>Pa）の荷重に対して2μmであった。

【0077】窓板14材としてアクリル材を選び、公知のエポキシシランの部分共加水分解物にコロイダルシリカを分散させたハードコーティング液を塗布し、加熱硬化して厚さ約1μmのハードコートを形成した。図2に示すようこの窓板14のハードコート側を研磨パッドの最上層側に向け、間隔13が加重・圧縮時に100μmになるように、成型された研磨パッドの孔部にはめ込み固定した。スラリー（Cabot社SS25を2倍希釈）が間隔13に充たされた時の測定光に対する窓板14と間隔13の両方に対する透過率は89%であった。【実施例2】図3は本実施例の研磨装置である。図3で10は研磨体、3は研磨ヘッド、4はウェハ、5は研磨剤供給部、6は研磨剤である。研磨体10は、定盤7の上に研磨パッド2を貼り付けたものであり、研磨パッド2としては、実施例1で示したものをを用いる。定盤7の窓板14に対応する位置には、測定光が通過するための貫通孔が穿ってある。15は膜厚測定器、16は信号処理装置である。

【0078】本研磨装置は以下のように動作する。ウェハ4を保持した研磨ヘッド3は加重機構（図示されず）により研磨パッド2に加圧され、適当な手段により回転運動（図示されず）と揺動運動（図示されず）をし、また研磨体10は適当な手段により回転運動（図示されず）する。この過程でウェハ4は、研磨剤6と研磨パッド2の作用により被研磨面が研磨される。研磨中、定盤7の下に設けられた膜厚測定器から測定光17が定盤7の孔、研磨パッドの窓板を通してウェハの被研磨面に照射され、その反射信号光は、再び同じ光路を通して膜厚測定器15の光検出器にて受光され、その出力信号が信号処理装置16で処理され、研磨状態が測定される。

【0079】以上の研磨装置の研磨ヘッドに熱酸化膜が1μm形成された6インチシリコンウェハを保持して、以下の条件で研磨を行った。

【0080】研磨ヘッド回転数:50rpm  
定盤回転数:20rpm  
荷重:460g/cm<sup>2</sup>（4.5×10<sup>4</sup>Pa）

揺動幅:30mm

揺動速度:15ストローク/分

研磨時間:3分

使用スラリーSS25を2倍に希釈

スラリー流量:200ml/分

研磨中に図4に示すように観測用の窓板を通して残り膜厚を光学的にその場測定することにより100nm/分の研磨速度が観察され、繰り返し測定の結果、測定の安定性が確認された。

【0081】また、測定窓による研磨の不均一や傷の発生の悪影響はなかった。

【0082】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、研磨の不均一や傷を生ずることなく、研磨量や、研磨対象物の表面の状態を光学的にin-situで安定的に且つ高精度で測定できる簡便な研磨部材及び研磨装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の測定窓部を具えた研磨パッドの概略断面図である。

【図2】本実施例1の測定窓部を具えた研磨パッドの概略断面図である。

【図3】本実施例1の研磨パッドと、終点検出装置（膜厚測定器と信号処理装置）を具えた研磨装置の概念図である。

【図4】本発明で得られた研磨による残り膜厚変化のその場測定（in-situ）によるデータ例である。

【図5】従来のCMP装置の概念図である。

【図6】本実施例1の研磨パッドの溝形状の断面図である。

【図7】半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態の測定窓部を具えた研磨パッドの概略断面図である。

【符号の説明】

- 1 CMP装置
- 2 研磨部材（研磨パッド）
- 3 研磨対象物保持部（研磨ヘッド）
- 4 研磨対象物（ウェハ）
- 5 研磨剤供給部
- 6 研磨剤（スラリー）
- 7 定盤
- 10 研磨体
- 11 定盤（アルミプレート）
- 12 研磨パッド
- 13 研磨パッドの最表面と窓板上面との間隔
- 14 透明窓板
- 15 膜厚測定器・・終点検出装置
- 16 信号処理装置・・終点検出装置
- 17 測定光

15

16

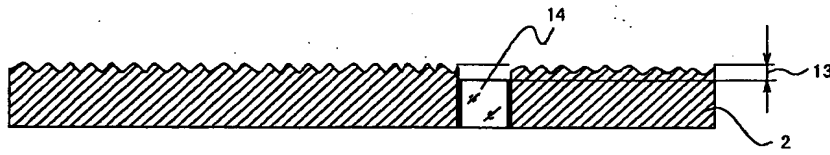
25 研磨パッドの最表面

30 くさび形の窓材

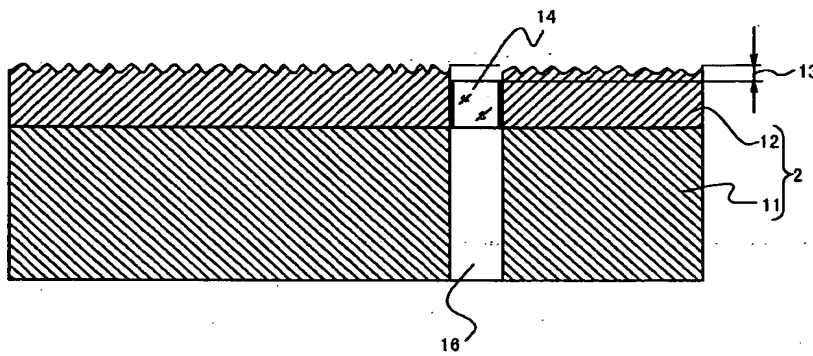
26 研磨パッドの溝

31 くさび形の透明板

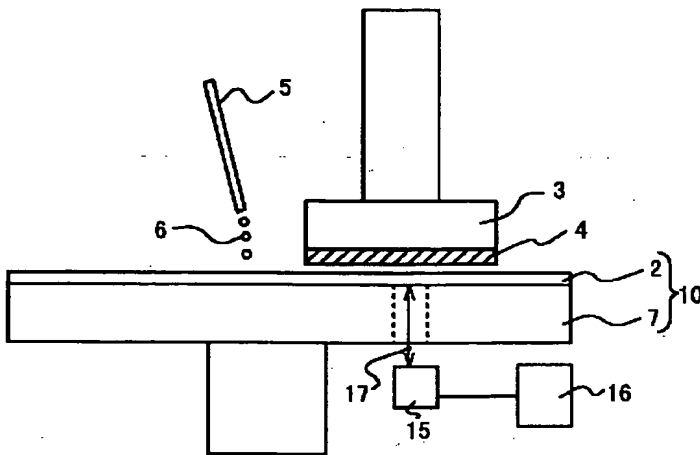
【図1】



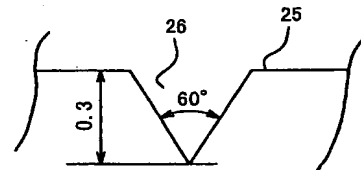
【図2】



【図3】

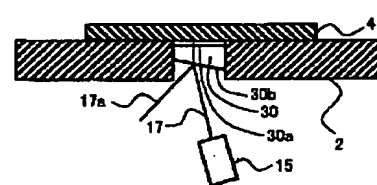


【図6】

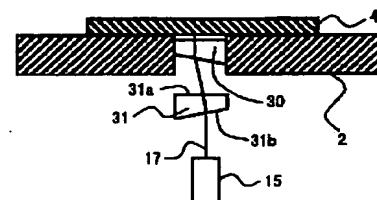


【図8】

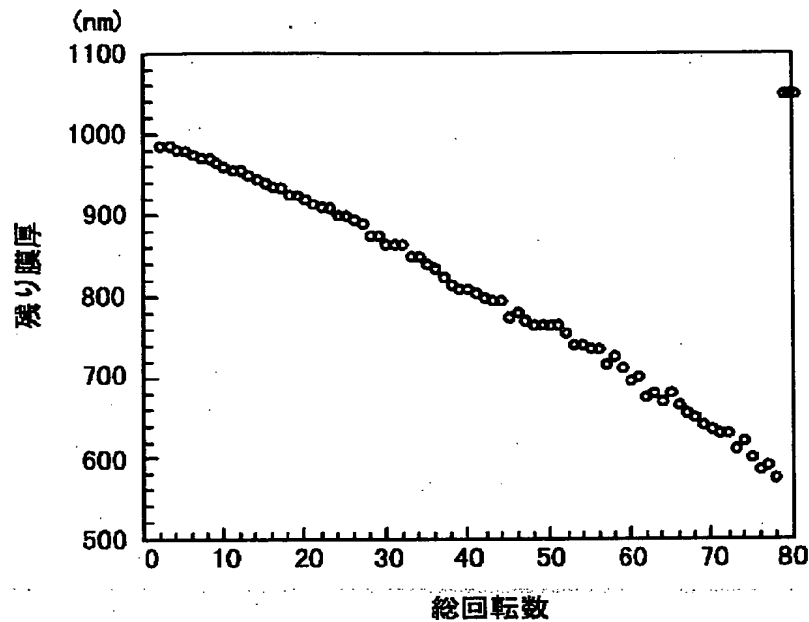
(a)



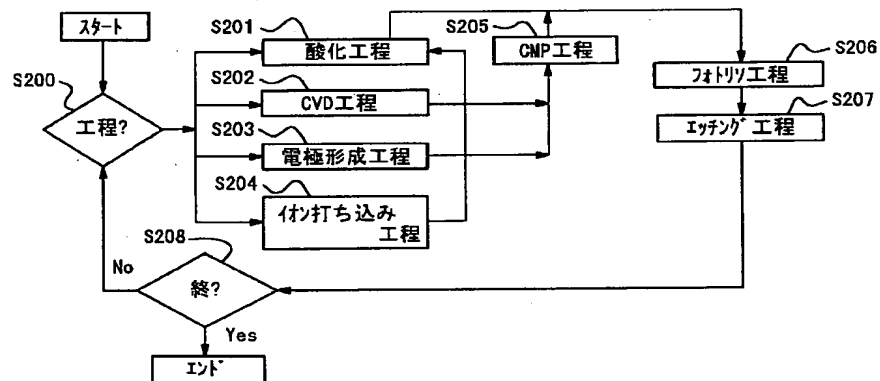
(b)



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 宮地 章  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 2F065 AA30 BB03 BB16 CC19 HH13  
JJ01 JJ09 LL00 LL49 PP13  
3C058 AA09 AA12 AC02 AC04 BA01  
BA07 BA09 CB10 DA12 DA17